UNIDAD DE APLICACIONES

AJUSTE DE LA TARJETA MCW151

ÍNDICE

0 **INTRODUCCIÓN** p. 2

1 **AJUSTES PREVIOS** p. 3
1.0. INTRODUCCIÓN p. 3
1.1. AJUSTE DEL LAZO DE VELOCIDAD p. 3
1.2. EJEMPLO DE AJUSTE p. 4

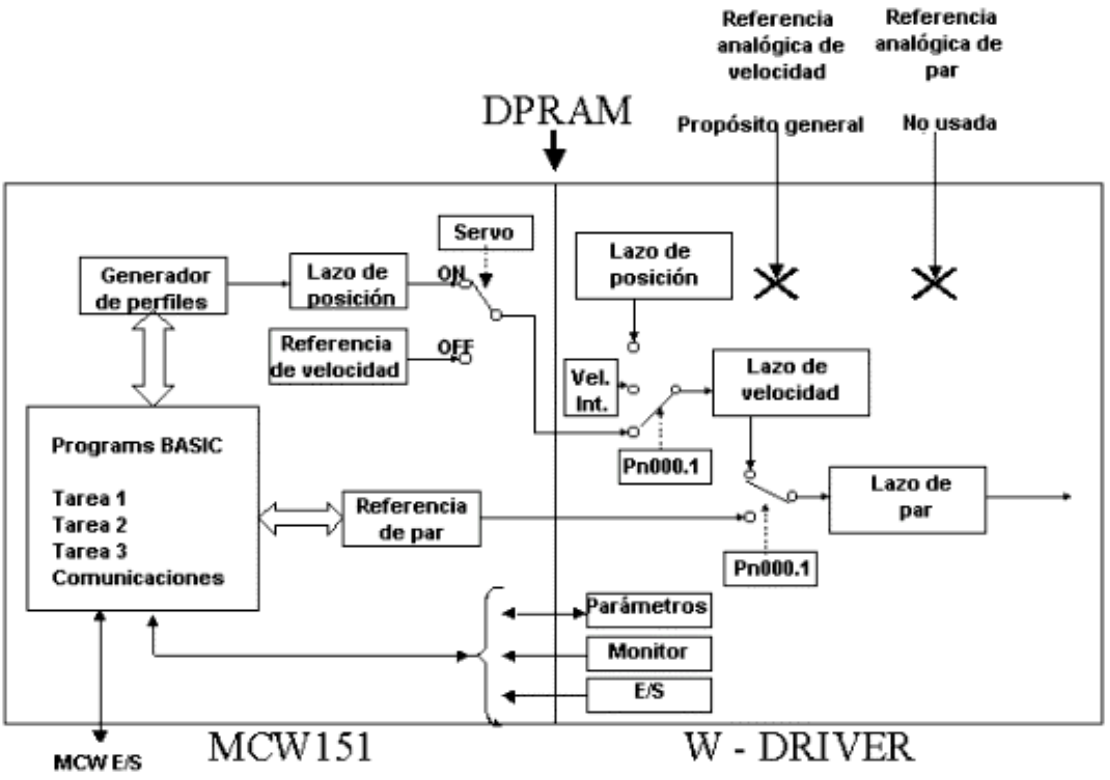
2 **LAZO DE POSICIÓN** p. 5
2.0. INTRODUCCIÓN p. 5
2.1. GENERADOR DE PERFILES p. 5
2.2. DESCRIPCIÓN DE GANANCIAS p. 6
2.2.1. GANANCIA PROPORCIONAL p. 6
2.2.2. GANANACIA INTEGRAL p. 6
2.2.3. GANANCIA FEEDFORWARD DE VELOCIDAD p. 6
2.2.4. GANANCIA DERIVATIVA p. 6
2.2.5. GANANCIA DE SALIDA DE VELOCIDAD p. 6

2.3. AJUSTE DE GANANCIAS p. 7
2.3.1. INTRODUCCIÓN p. 7
2.3.2. AJUSTE DE P_GAIN p. 7
2.3.2.1. INTRODUCCIÓN p. 7
2.3.2.2. EJEMPLOS p. 7
2.3.3. AJUSTE DE LA VFF_GAIN p. 9
2.3.3.1. INTRODUCCIÓN p. 9
2.3.3.2. EJEMPLO p. 11
2.3.4. AJUSTE FINAL p. 12

0- INTRODUCCIÓN

El presente documento es una guía de ayuda para el ajuste de la tarjeta MCW151.
Como complemento a este documento está el manual de usuario de la tarjeta.

Para comenzar nos debemos dar cuenta que el interface entre la tarjeta y el driver serie W se realiza a través del Dual Port RAM (DPRAM). En el siguiente gráfico se muestra la relación entre Driver y tarjeta a través del Dual Port RAM:



Se puede ver que la tarjeta MCW151 intercambia varias señales con el servodriver. Principalmente la tarjeta **MCW151 envía una referencia de velocidad** (desde el generador de perfiles si el parámetro SERVO del eje está a ON ó desde el DAC en caso que el parámetro SERVO esté a OFF) al driver **y recibe una posición** medida desde el driver (encoder). Estas señales sirven para cerrar el lazo de posición en la tarjeta MCW151.

En este documento encontraremos información sobre:

- Ajustes Previos (lazo de Velocidad del servo driver serie W).
- Ajustes del lazo de Posición (P_GAIN y VFF_GAIN de la tarjeta MCW151).

1- AJUSTES PREVIOS

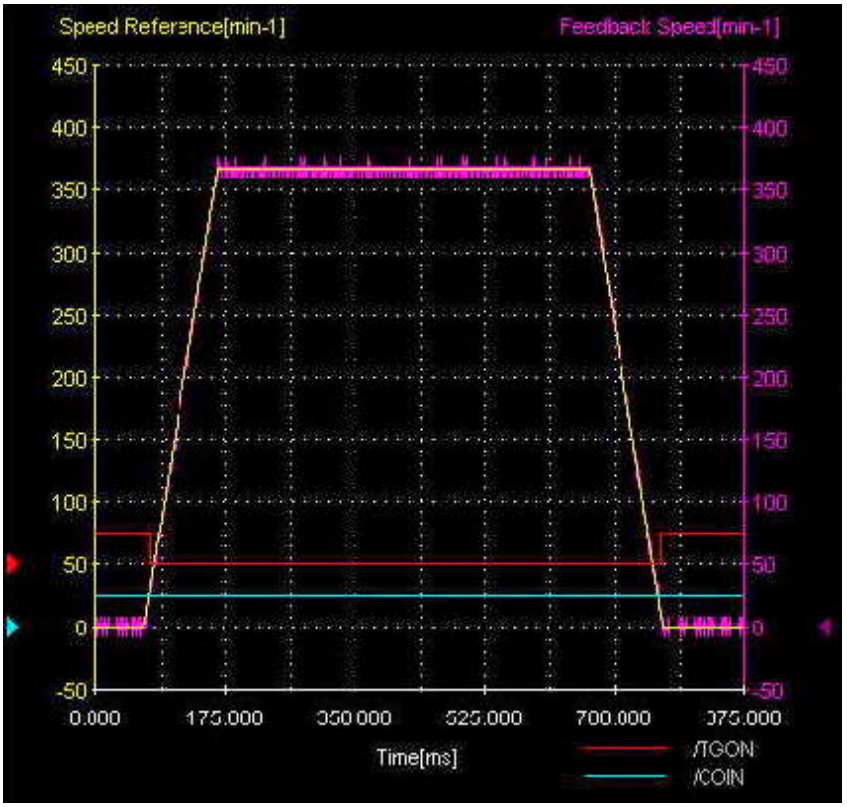
1.0 Introducción

El objetivo de este documento es explicar cómo ajustar la tarjeta MCW151, pero antes se debe hacer un ajuste previo en el servodriver. Se debe ajustar el lazo de velocidad del servodriver.

1.1. Ajuste del lazo de Velocidad

Si se quiere una buena respuesta del sistema, antes de ajustar el lazo de posición en la tarjeta MCW151, se tiene que ajustar el lazo de velocidad en el servodriver serie W. Este lazo tiene que ajustarse para la dinámica más rápida que requiera la aplicación para asegurar que el sistema responderá bien al comando de velocidad que le llegue desde el lazo de posición (MCW151). Por lo tanto se deben ajustar el servodriver para la peor de las condiciones con las que va a trabajar, de esta forma no nos deberemos preocupar por la respuesta del lazo de velocidad.

La siguiente gráfica muestra un buen ajuste del lazo de velocidad. Se observa como la señal de Feedback de velocidad (en amarillo) sigue con precisión la referencia de Velocidad.



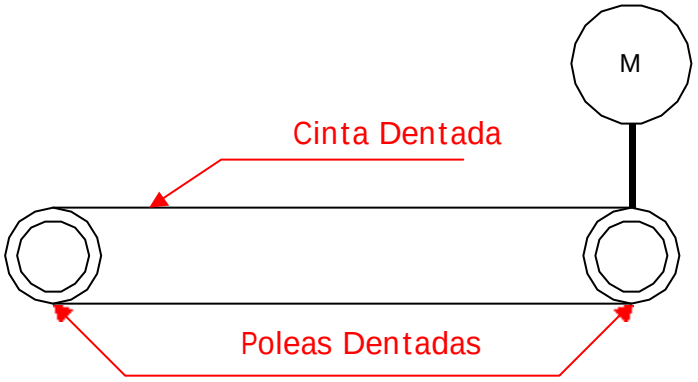
Los lazos de Par y Velocidad deben ser transparentes; esto significa que se debe garantizar que la referencia de velocidad sea "casi" exactamente la velocidad real del motor.

Nota.- En la base de datos de "Mechatronics Technical Information" se encuentra un documento relativo al ajuste del servo serie W donde se puede encontrar toda la información necesaria para ajustar el lazo de velocidad.

El servodriver tiene que ser ajustado para control de velocidad o de par, por lo tanto se debe configurar el parámetro Pn000.1 a 0 ó a 9.

1.2. Ejemplo de ajuste

Cinta Dentada:



Se debe ajustar la rigidez más alta que se pueda antes de que el sistema empiece a oscilar porque cuanto más altas sean las ganancias, mejores serán las respuesta.

En este caso la rigidez se configuró a 7, por lo tanto la ganancia del lazo de velocidad (Pn100) será 120 (Hz), la constante de tiempo integral (Pn101) será 800 (x 0,01ms) y la constante de tiempo del filtro del comando de par (Pn401) será 30 (x 0,01ms). Todo esto para una referencia de velocidad de 1100 r.p.m. y unas rampas de aceleración y deceleración de 50 milisegundos.

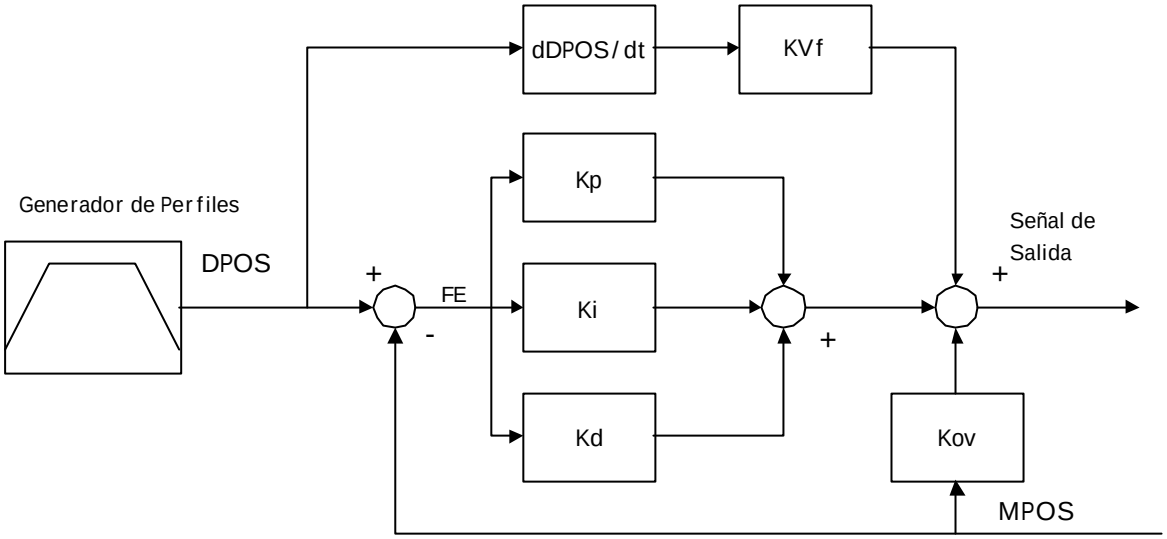
El ajuste de la inercia del sistema se hace por medio de la función autotuning (Ver parámetro Pn103).

2- LAZO DE POSICIÓN

2.0 Introducción

El lazo de control de la MCW151 detecta el movimiento de la máquina por medio de la rotación del servomotor y reduce el error por medio del feedback (realimentación).

El siguiente diagrama muestra los bloques básicos de control de la tarjeta.

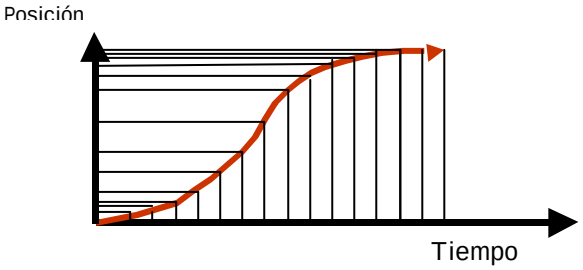


La MCW151 realiza el control de posición según la posición demandada (DPOS). La variable principal del controlador es el error de seguimiento (FE), que es calculado como la diferencia entre la posición demandada (DPOS) y la posición actual medida por el encoder (MPOS). La señal de salida es la referencia de velocidad requerida que controla la velocidad rotacional del servomotor.
Nota.- La posición medida (MPOS) es la señal de realimentación generada por el encoder.

2.1 Generador de Perfiles

El generador de perfiles es el bloque matemático responsable de calcular la consigna de posición (DPOS) de cada eje en cada "servo ciclo".

El perfil de posición se genera según las instrucciones BASIC de movimiento comandadas desde los programas. Las instrucciones de movimiento se almacenan en un buffer temporal hasta que son ejecutadas.



Ciclo	DPOS
0	0
1	25
2	100
3	225
...	X

2.2 Descripción de las Ganancias

2.2.1 Ganancia Proporcional

La ganancia proporcional "Kp" crea una salida proporcional al error de seguimiento (FE). Todos los sistemas de control usan ganancia proporcional, de hecho en muchos de ellos es suficiente con ajustar esta ganancia para obtener un control óptimo. Esta ganancia es llamada P_GAIN

$$P_GAIN = K_p \cdot FE$$

2.2.2 Ganancia Integral

La ganancia integral "Ki" crea una salida que es proporcional a la suma de los errores de seguimiento (FE) que han ocurrido durante la operación. La ganancia integral puede causar "overshoot" y normalmente se usa solo en sistemas que trabajan a velocidad constante o con aceleraciones muy suaves. Esta ganancia es llamada I_GAIN.

$$I_GAIN = K_i \cdot \sum FE$$

2.2.3 Ganancia Feed-forward de Velocidad

La ganancia feed-forward de velocidad "Kvff" crea una salida que es proporcional a los cambios en la posición demandada (DPOS) e independiza el error de seguimiento de la velocidad (consigue disminuir el error de seguimiento independientemente de la velocidad a la que trabaje la máquina). Esto permite reducir el error proporcional de velocidad. Este parámetro puede configurarse para minimizar el error de seguimiento a velocidad constante después de haber configurado otras ganancias. Esta ganancia se llama VFF_GAIN.

$$VFF_GAIN = K_{Vff} \cdot \Delta DPOS$$

2.2.4 Ganancia Derivativa

La ganancia derivativa "Kd" crea una salida que es proporcional al cambio en el error de seguimiento (FE) y aumenta la respuesta ante esos cambios manteniendo la misma estabilidad. Puede crear una respuesta más suave pero valores altos pueden producir oscilaciones. Esta ganancia es llamada D_GAIN

$$D_GAIN = K_d \cdot \Delta FE$$

2.2.5 Ganancia de Salida de Velocidad

La ganancia de salida de velocidad "Kov" crea una salida que es proporcional a los cambios en la posición medida (MPOS) y aumenta la suavidad del sistema. Puede ser muy útil para suavizar movimientos pero genera altos errores de seguimiento. Esta ganancia es llamada OV_GAIN

$$OV_GAIN = K_{ov} \cdot \Delta P_m$$

2.3 Ajuste de Ganancias

2.3.1 Introducción

Normalmente un sistema bien diseñado (mecánica, dimensionado del motor, etc.) solo necesita P_GAIN y VFF_GAIN.
El resto de ganancias ayudan a ajustar sistemas con problemas de diseño.

2.3.2 Ajuste de P_GAIN

2.3.2.1 Introducción

- P_GAIN es inversamente proporcional al error de seguimiento. La siguiente fórmula muestra esta relación:

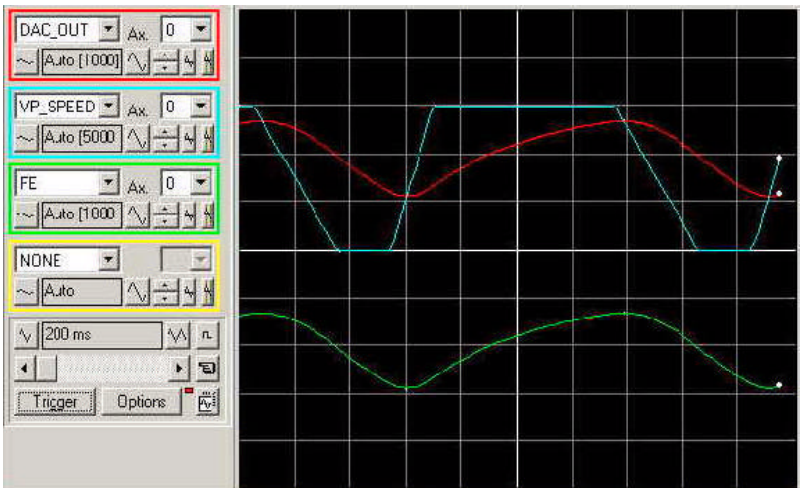
$$FE = \frac{SPEED}{S_RATE} \cdot \frac{60}{ENC_RESOL} \cdot \frac{1}{P_GAIN}$$

- FE es también proporcional a la velocidad, como muestra la fórmula.
- Disminuyendo P_GAIN se pierde dinámica (a mayor P_GAIN mayor dinámica). Pero atención, aumentar P_GAIN por encima del límite provocará oscilaciones en la máquina.
  Ver las siguiente gráficas.

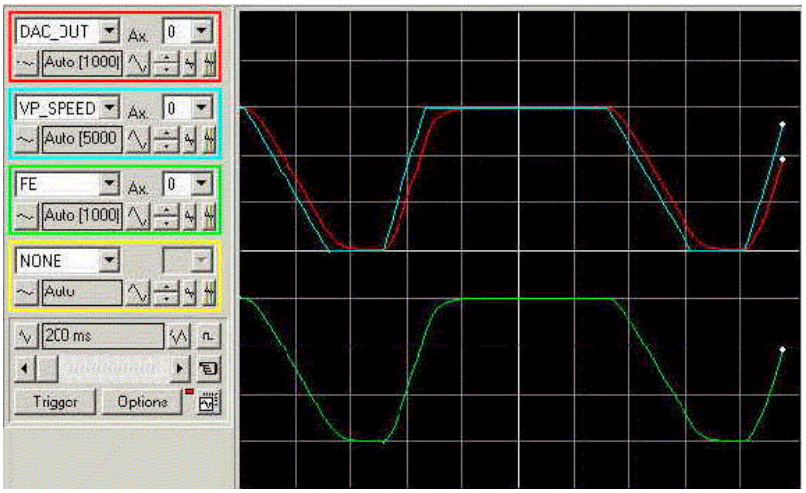
2.3.2.2 Ejemplos

Las siguientes gráficas muestran la respuesta del sistema con diferentes valores de P_GAIN. La mejor respuesta será la que se utilice el valor más alto de P_GAIN antes de tener oscilaciones. En este caso P_GAIN=2. Las señales mostradas son: (rojo) feedback de velocidad, (azul) referencia de velocidad y (verde) error de seguimiento.

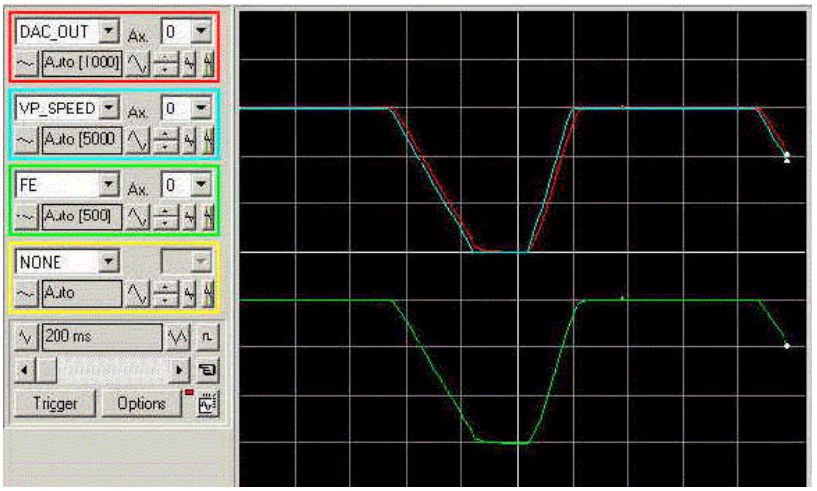
P_GAIN=0.1



P_GAIN=1

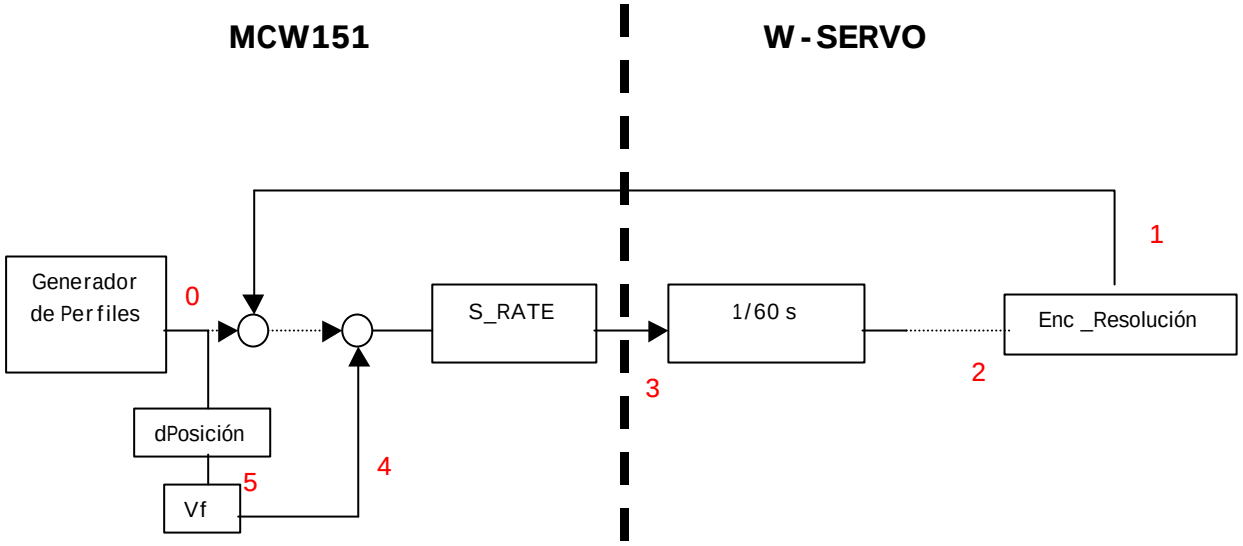


P_GAIN=2



2.3.3 Ajuste de VFF_GAIN

2.3.3.1 Introducción



El objetivo es tener la misma relación entre los puntos '1' y '5'. Se pueden hacer los cálculos de diferentes formas. Para hacer un ejemplo numérico, daremos por hecho que los ajustes en el servo W son los de defecto (para usar con un variador o con otro ajuste se deberán cambiar los valores necesarios).

- Se quiere en el punto 0 un perfil con una velocidad SPEED flancos/s (el lazo del servo siempre trabaja en flancos de encoder independientemente del valor del parámetro UNITS) y, se quiere recibir esa misma velocidad desde el motor en el punto 1. Vamos a ver que valor de V_FF cumple esta condición:

Si en el punto 1 queremos SPEED flancos/s, en el punto 2, como referencia de velocidad en el servodriver tenemos (en revoluciones por segundo y considerando la resolución del encoder en flancos por revolución):

$$SPEED\frac{flan\cos}{s}\cdot\frac{1revolución}{Enc_resolución}$$

- Y en el punto 3, tenemos la referencia de velocidad en revoluciones por minuto (r.p.m.):

$$SPEED\frac{flan\cos}{s}\cdot\frac{1revolución}{Enc_resolución}\cdot\frac{60s}{1min}$$

- En el punto 4 se obtiene la magnitud de la salida del lazo de posición. La relación entre este valor y la referencia de velocidad en r.p.m. depende del motor y está determinado por el parámetro S_RATE:

$$SPEED\frac{flan\cos}{s}\cdot\frac{1revolución}{Enc_resolución_flan\cos}\cdot\frac{60s}{1min}\cdot\frac{1}{S_RATE\frac{rev}{min}}$$

- En el punto 5 se deben considerar los efectos de la ganancia V_ff. Este punto 5 es la velocidad que saca el generador de perfiles:

$$SPEED\frac{flan\cos}{s}\cdot\frac{1revolución}{Enc_resolución_flan\cos}\cdot\frac{60s}{1min}\cdot\frac{1}{S_RATE\frac{rev}{min}}\cdot\frac{1}{V_ff}$$

- Y todo esto tiene que ser igual a la velocidad deseada en flancos/s

$$SPEED\frac{flan\cos}{s}\cdot\frac{1revolución}{Enc_resolución_flan\cos}\cdot\frac{60s}{1min}\cdot\frac{1}{S_RATE\frac{rev}{min}}\cdot\frac{1}{V_ff}=SPEED\frac{flan\cos}{s}$$

- Por tanto:

$$V_ff=\frac{1revolución}{Enc_resolución_flan\cos}\cdot\frac{60s}{1min}\cdot\frac{1}{S_RATE\frac{rev}{min}}=\frac{60}{Enc_resolución\cdot S_RATE}$$

Pero si lo hacemos en la práctica nos daremos cuenta que el valor adecuado es mucho mayor que el calculado. La diferencia es el valor del servoperiodo (SERVO_PERIOD). Los cálculos han sido hechos en segundos, por lo tanto el valor que se debe aplicar es:

$$VFF_GAIN=\frac{V_ff}{SERVO_PERIOD}\cdot 10^6$$

Si se configura esta ganancia correctamente el error de posición será muy pequeño (cercano a cero) e independiente de la velocidad del movimiento.

2.3.3.2 Ejemplo

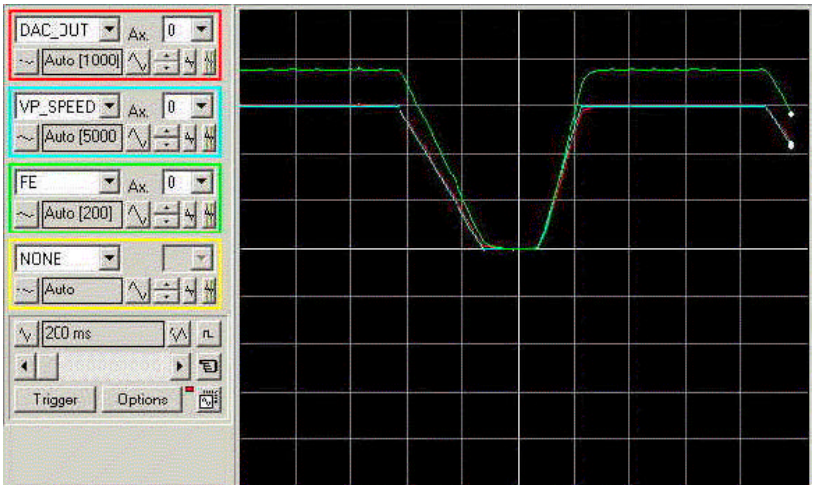
Calculo de la ganancia "VFF_GAIN" para una tarjeta MCW151 conectada a un Servodriver serie W con un motor: R88M-W40030T-S, 8192 flancos por revolución y un S_RATE de 0.3667. El SERVO_PERIOD en la MCW151 está configurado a 500µs.

Se obtiene:

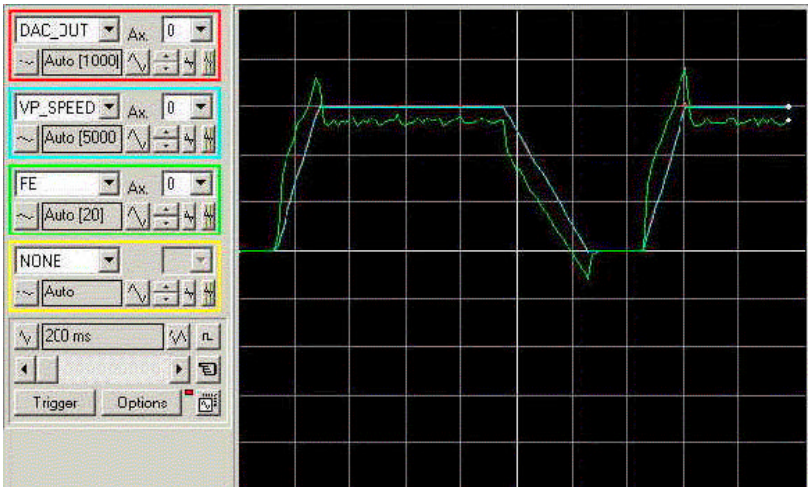
$$VFF_GAIN = \frac{60}{8192 \cdot 0.3667} \cdot \frac{1000000}{500} \approx 39.9467$$

Las siguientes gráficas muestran las respuestas del sistema con diferentes valores de VFF_GAIN. La mejor respuesta tiene que ser para el valor calculado de VFF_GAIN=39.95. Las señales mostradas son: (rojo) feedback de velocidad, (azul) referencia de velocidad y (verde) error de seguimiento.

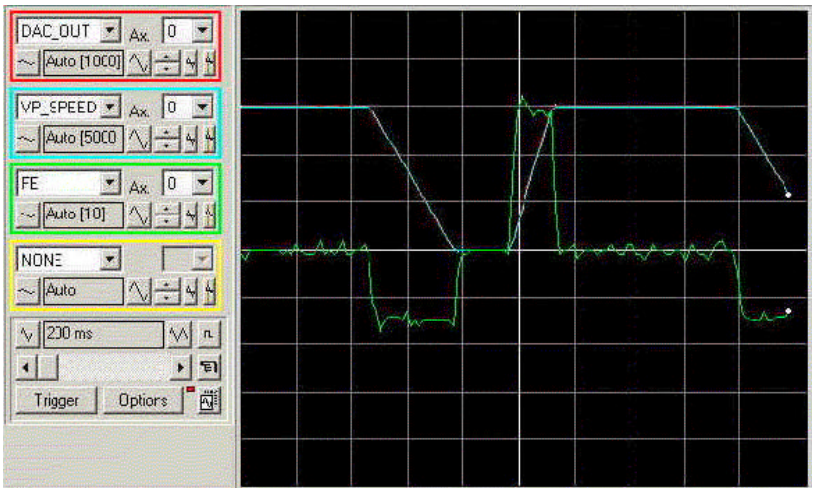
VFF_GAIN=20



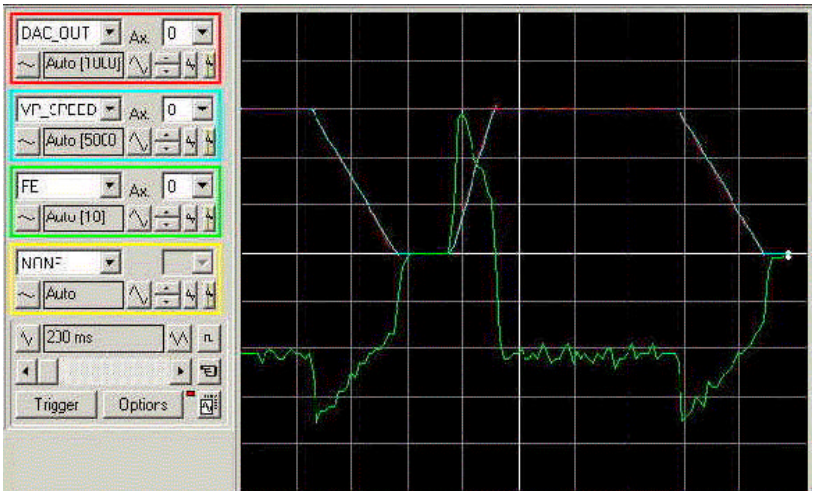
VFF_GAIN=38.5



VFF_GAIN=39.95



VFF_GAIN=40.5



2.3.4 Ajuste Final

P_GAIN=2 y VFF_GAIN=39.95